

DERWENT-ACC-NO: 1999-460906
DERWENT-WEEK: 199939
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Hard disc surface flatness measuring apparatus

INVENTOR: GOULAS, Y; MARTINOT, L G

PATENT-ASSIGNEE: RECH & ETUD OPTIQUE & SCI CONNEXES SA[REOSN]

PRIORITY-DATA: 1997FR-0016270 (December 22, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
FR 2772910 A1	June 25, 1999	N/A	021	G01B 011/14

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
FR 2772910A1	N/A	1997FR-0016270	December 22, 1997

INT-CL_(IPC): G01B011/14; G01B011/16

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2772910A

BASIC-ABSTRACT: NOVELTY - A laser source (1) sends energy to a target (10) through a collimator (9). A proportion of the energy is returned to the laser, modifying it's luminous power due to the phase displacement. The modified luminosity and hence the target position is measured by diversion of the laser beam to a photodetector (13) using a semitransparent plate (11). A rotating disc (16) overcomes the effect of laser power variations.

USE - To measure position without contact

ADVANTAGE - The system which is compact offers equal precision to instruments using interferometer but at much lower cost

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows the measurement system

Laser source 1

Collimator 9

Target 10

Semitransparent plate 11

Photodetector 13

Rotating disk alternately transparent and absorbent 16

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/5

TITLE-TERMS:

HARD DISC SURFACE FLAT MEASURE APPARATUS

DERWENT-CLASS: S02

EPI-CODES: S02-A03B2; S02-A03B3;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-344960

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 772 910

②1 N° d'enregistrement national :

97 16270

⑤1 Int Cl⁶ : G 01 B 11/14, G 01 B 11/16

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.12.97.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.06.99 Bulletin 99/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : RECHERCHES ET ETUDES D'OPTI-
QUE ET DE SCIENCES CONNEXES REOSC Société
anonyme — FR.

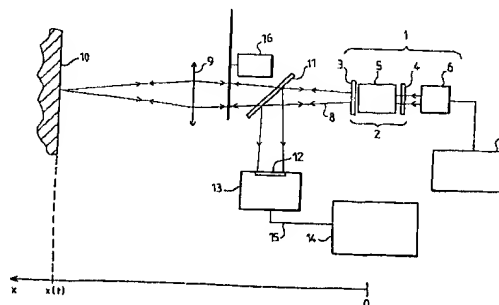
⑦2 Inventeur(s) : GOULAS YVES et MARTINOT
LAGARDE GREGOIRE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

⑤4 DISPOSITIF COMPACT DE MESURE SANS CONTACT DE POSITION.

⑤7 L'invention concerne un dispositif de mesure sans
contact de la position d'une surface par voie optique com-
prenant une source laser (1), un moyen de collimation du
faisceau laser sur la surface cible, caractérisé en ce que le-
dit moyen de collimation est disposé de telle sorte qu'une
fraction de l'énergie du faisceau qui atteint la cible, soit réin-
troduite dans la cavité laser, et qu'il comporte des moyens
de mesure de la puissance lumineuse du laser, ladite mesu-
re de la puissance étant représentative de la position à me-
surer.



FR 2 772 910 - A1



La présente invention concerne un dispositif de mesure sans contact de la position d'une surface lisse ou diffusante par un procédé optique.

D'une manière générale, le procédé de mesure de position suivant l'invention et les dispositifs qui en découlent, s'appliquent à chaque fois que
5 l'on veut déterminer la position précise d'un objet ou suivre les variations de cette position dans le temps, à distance et avec un dispositif d'encombrement réduit.

Un exemple d'applications concerne la mesure de la planéité des surfaces, comme celles des disques durs des systèmes de stockage
10 d'informations.

Un autre exemple est l'asservissement de position, de manière précise, dans un dispositif où la mesure de position, réalisée selon le procédé de l'invention, sert à calculer un signal d'erreur dans une boucle d'asservissement en position.

15 Un autre exemple d'application est la caractérisation des déformations sous contraintes de constructions, comme les ouvrages d'art ou les maquettes d'ouvrage d'art.

D'autres exemples d'applications industrielles de la présente invention concernent la mesure des vibrations de pièces mécaniques. Cette mesure peut
20 avoir des buts divers : contrôle en cours de fabrication, étude du comportement aux chocs, caractérisation des propriétés dynamiques de systèmes mécaniques (voilures d'avions, engins spatiaux, automobiles).

Une application particulièrement intéressante de l'invention en mesure des vibrations concerne la détection et l'analyse des ondes ultrasonores
25 produites par l'impact d'une impulsion laser de forte puissance sur un objet, qui peut être fixe ou en mouvement. La propagation des ondes ultrasonores ainsi produites étant affectée par d'éventuels défauts présents à l'intérieur de l'objet, la détection des ondes ultrasonores produites, à l'aide d'un dispositif selon l'invention, permettrait alors de réaliser un contrôle en continu sur un site de
30 production.

L'application en est particulièrement avantageuse dans le cas de la détection de défauts dans les céramiques, ou encore dans le contrôle en ligne des produits emballés de l'industrie agro-alimentaire, comme les boîtes de soupe ou de lait. Dans le cas des produits emballés, la détection peut être rendue
35 plus aisée par le dépôt d'un revêtement spécifique sur l'emballage du produit à

inspecter. Ledit revêtement peut être placé à un emplacement déterminé, à proximité du code-barres d'identification par exemple.

La mesure sans contact de la position précise d'une surface ou de faibles déplacements de celle-ci fait généralement appel aux techniques d'interférométrie optique. Selon ces techniques, un faisceau lumineux, 5 provenant préférentiellement d'une source laser, est séparé en deux faisceaux distincts. Un premier faisceau sert de faisceau de référence. Un deuxième faisceau est envoyé sur la surface de l'objet dont on veut déterminer la position. Le faisceau réfléchi par la surface de la cible est alors recombinaison avec le 10 faisceau de référence pour produire une figure d'interférences. Un photodétecteur convenablement placé enregistre les modifications de la figure d'interférences provoquées par les mouvements de la cible.

Un des inconvénients de cette technique est la nécessité d'utiliser, pour la formation du faisceau de référence et sa recombinaison avec le faisceau issu de 15 la cible, un certain nombre de moyens optiques de collection et de manipulation des faisceaux. A cause de la fabrication et de la mise en oeuvre de ces moyens qui nécessitent des réglages précis, il en résulte un coût élevé de fabrication des instruments de mesure de position et de déplacement utilisant la technique d'interférométrie. De plus, le volume et le poids de ces instruments peuvent être 20 relativement importants, étant donné les contraintes d'espace qui peuvent parfois régner dans l'environnement de l'objet à contrôler.

Un des buts de l'invention est de fournir un dispositif de mesure sans contact du déplacement de la surface d'un objet, selon un axe parallèle à l'axe d'un faisceau incident sur ladite surface.

25 Un autre but de l'invention est de pouvoir réaliser ladite mesure sur des surfaces n'ayant pas nécessairement des propriétés optiques particulières.

Un autre but de l'invention est de réduire le coût de fabrication des instruments de mesure sans contact de la position de la surface d'un objet, tout en conservant une précision équivalente aux instruments utilisant la technique 30 d'interférométrie.

Enfin, un dernier but de l'invention est de miniaturiser la tête optique de mesure de l'instrument, afin de permettre des mesures dans des zones où l'espace disponible pour l'instrument est réduit.

Ces buts sont atteints selon le principe de la présente invention. Le 35 dispositif selon l'invention utilise un nombre réduit de composants optiques

simplifiés et peu coûteux. De cette manière, un coût de fabrication réduit peut être atteint.

A cet effet, l'invention concerne un dispositif de mesure sans contact de la position d'une surface par voie optique comprenant une source laser et un
5 moyen de collimation du faisceau laser sur la surface cible.

Selon l'invention, le moyen de collimation est disposé de telle sorte qu'une fraction de l'énergie du faisceau qui atteint la cible, soit réintroduite dans la cavité laser, et il comporte des moyens de mesure de la puissance lumineuse du laser, ladite mesure de la puissance étant représentative de la position à
10 mesurer.

Ainsi, le faisceau laser est collimaté par le moyen optique de collimation sur la surface de l'objet mobile, de manière à ce qu'une fraction de la lumière réfléchie par l'objet soit réintroduite dans la cavité de la source laser, la puissance du faisceau émis par la source laser est mesurée à l'aide d'un moyen
15 de mesure optique. Du fait des variations de phase subies par le faisceau de retour réintroduit dans la cavité laser, la puissance du faisceau émis subit alors une modulation sensiblement sinusoïdale en fonction de la position de la surface sur l'axe du faisceau laser. Le signal fourni par le photodétecteur est de la forme :

$$20 \quad i(x) = i_0 [1 + \alpha \sin(4\pi x/\lambda + \varphi)] \quad (1)$$

où :

- x est la position de la surface le long de l'axe du faisceau laser,
- i_0 est le photocourant moyen fourni par le photodétecteur,
- λ est la longueur d'onde du rayonnement de la source laser,
- 25 - α est un coefficient de modulation,
- φ est une phase qui dépend, d'une part, du trajet optique entre la source laser et la surface de mesure et, d'autre part, de l'origine du repère choisi sur l'axe du faisceau laser.

Selon différents modes de réalisation présentant chacun des avantages
30 propres et susceptibles d'être combinés selon toutes les combinaisons techniquement possibles :

- le moyen de collimation est constitué d'une lentille convergente placée de façon à fournir un faisceau émergeant approximativement parallèle ;
- le moyen de collimation est constitué d'une association de lentilles
35 formant un système afocal ;

- le moyen de collimation est un système optique convergent focalisant le faisceau laser (1) sur la cible ;

- la source laser comporte une source de pompe excitant un matériau laser placé dans une cavité formée d'un miroir avant et d'un miroir arrière, une
5 lame séparatrice dichroïque étant placée entre la source de pompe et le miroir arrière de la cavité laser, ledit miroir arrière ayant un faible coefficient de transmission à la longueur d'onde du laser, et renvoyant le faisceau émis par l'arrière de la cavité sur un photodétecteur ;

- la source laser est constituée d'une puce microlaser pompée à l'aide d'un
10 moyen optique de pompage, ladite puce microlaser étant constituée d'un matériau à gain sur les faces duquel des miroirs formant la cavité laser sont directement déposés ;

- la puce microlaser est pompée par l'intermédiaire d'une fibre optique, et en ce que la mesure de la puissance émise est réalisée par l'intermédiaire de
15 ladite fibre optique ;

- il comporte une lame séparatrice placée entre la source laser et la surface cible et renvoyant une partie du faisceau laser émis sur un photodétecteur.

La description détaillée qui suit fait ressortir diverses autres
20 caractéristiques de l'invention et décrit différentes formes de réalisations à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif selon l'invention ;

- les figures 2a et 2b représentent deux variantes de la construction du
25 dispositif de l'invention ;

- la figure 3a montre un enregistrement du signal fourni selon l'invention, dans le cas d'une cible se déplaçant à vitesse constante le long de l'axe optique ;

- la figure 3b montre un enregistrement du signal -fourni selon l'invention, dans le cas d'une cible effectuant des mouvements de faible
30 amplitude ;

- la figure 3c montre un enregistrement du signal fourni selon l'invention, dans le cas d'une cible effectuant des oscillations sinusoïdales de forte amplitude ;

- la figure 4 représente un mode de réalisation de l'invention utilisant une
35 puce microlaser comme source laser ;

- la figure 5 représente un mode de réalisation de l'invention utilisant une puce microlaser fibrée comme source laser.

Le dispositif de l'invention comprend une source laser 1, constituée d'une cavité oscillante 2 formée par deux miroirs 3 et 4, et dans laquelle est inséré un matériau laser 5. Le matériau laser 5 est pompé par un moyen de pompage 6, de préférence optique. Ce moyen de pompage est alimenté et éventuellement contrôlé par une alimentation 7.

La source laser 1 produit à l'intérieur et à l'extérieur de la cavité 5, un faisceau laser 8 qui est collimaté à l'aide du moyen optique de collimation 9 sur la surface de la cible 10.

Un exemple de réalisation du moyen de collimation 9, illustré par les figures 1 et 2b, consiste à utiliser une simple lentille convergente. Une autre manière de réaliser le moyen de collimation, illustré par la figure 2a, consiste à réaliser un dispositif afocal à l'aide de deux lentilles convergentes 22 et 23. Cette disposition est avantageuse pour réaliser des mesures à plus grande distance, au delà de quelques dizaines de centimètres. Dans tous les cas, il est nécessaire qu'une quantité suffisante de l'énergie du faisceau laser 8 qui atteint la surface 10, puisse être renvoyée à l'intérieur de la cavité laser 2 où se trouve le matériau laser 5. Cette dernière caractéristique est aisément obtenue par le principe de retour inverse de la lumière dans le cas où la surface 10 est diffusante. Dans le cas d'une surface 10 lisse, la réflexion spéculaire est retournée vers la cavité du laser 1 pour une orientation sensiblement perpendiculaire de la surface 10 par rapport à l'axe du faisceau laser 8. La lumière réintroduite dans la cavité laser est réamplifiée par le milieu à gain ou matériau laser et participe en retour à l'émission laser, pour sa partie qui correspond spatialement au mode d'émission de la source. Suivant la phase de la lumière réintroduite dans la cavité laser, la combinaison du faisceau émis et de la lumière réintroduite amplifiée donne lieu à des interférences constructives ou destructives. Il en résulte ainsi une modulation de la puissance totale de sortie suivant la phase de la lumière réintroduite, donc suivant la position de la cible le long de l'axe du faisceau laser.

La puissance du faisceau émis par la source laser est mesurée à l'aide d'un moyen de mesure optique comprenant un moyen de couplage 11, par exemple une lame semi-transparente, un photodétecteur 13, et une unité de traitement et d'enregistrement 14. Une fraction de l'énergie émise par le laser 8

est prélevée par le moyen de couplage optique 11, de façon à ce que cette énergie prélevée atteigne la surface photosensible 12 du photodétecteur 13.

Différents modes de réalisation du couplage optique entre le faisceau 8 et le photodétecteur 13 existent, dont deux sont donnés ci-après à titre d'exemples non limitatifs.

Selon un premier mode de réalisation, illustré par les figures 1 et 2a, le moyen de couplage 11 est constitué d'une lame séparatrice ou d'un élément optique contenant une telle lame séparatrice, placé entre la source laser 1 et la surface de la cible 10. Selon cette disposition, la lame séparatrice renvoie une partie du faisceau directement émis par la source laser vers le détecteur 13.

Selon un deuxième mode de réalisation, illustré par la figure 2b, une partie de l'énergie présente dans la cavité laser est émise à travers le miroir 4 de la face arrière de la cavité. Cette caractéristique est atteinte si le miroir 4 possède un faible coefficient de transmission à la longueur d'onde du laser. Une lame séparatrice dichroïque 21 possédant un coefficient de réflexion élevée à la longueur d'onde du laser et un coefficient de transmission élevée à la longueur d'onde de la source de pompe est placée entre le miroir arrière 4 et la source de pompe 6, de façon à renvoyer le faisceau laser émis par l'arrière vers le détecteur 13.

Le détecteur 13 fournit une grandeur de mesure 15, de préférence électrique, modulée sinusoïdalement en fonction de la position de la surface 10, le long de l'axe du faisceau laser 8. Cette modulation sinusoïdale est illustrée par l'enregistrement de la figure 3. Cette grandeur est exploitée par une unité de traitement et d'enregistrement 14, dans le but de fournir à l'utilisateur la valeur des déplacements de la surface 10.

Un mode de réalisation préféré de l'invention, illustré par la figure 1, consiste à intercaler sur le trajet du faisceau laser, un disque 16 tournant comportant une succession de secteurs alternativement transparents et absorbants pour la longueur d'onde du laser. Une disposition avantageuse de ce disque, illustrée à la figure 2a, consiste à le placer entre le moyen de couplage 11 et le moyen de collimation 9. Une disposition équivalente, selon le dispositif de la figure 2b mais non illustrée par ladite figure, se situe entre la source laser et le moyen de collimation 9. Selon ces dispositions, le faisceau laser est alternativement arrêté, puis transmis vers la cible à une fréquence dépendant de la vitesse de rotation du disque. De cette façon, le photodétecteur mesure

alternativement la puissance de sortie obtenue sans effet de modulation dû à la cible, d'une part, et la puissance de sortie obtenue avec la modulation provoquée par la réinjection à l'intérieur de la cavité laser de la rétrodiffusion de la cible, d'autre part. Il est ainsi possible, moyennant le traitement de signal approprié, de

5 corriger le deuxième signal, modulé par la cible, en fonction du premier signal sans modulation, et de s'affranchir ainsi des variations de la puissance de sortie nominale du laser, dues en particulier aux variations de la puissance de pompe ou de la température.

Les figures 3a, 3b et 3c montrent les enregistrements des signaux fournis

10 par le photodétecteur 13, à titre d'exemple, et dans le cas d'une réalisation particulière de démonstration du dispositif selon l'invention. Cette réalisation particulière, utilisée pour produire les signaux des figures 3a, 3b et 3c, est donnée ci-après dans le but de faciliter la compréhension et la réalisation pratique d'un dispositif selon l'invention. Ladite réalisation particulière de

15 démonstration comprend comme source laser 1, un microlaser Nd:YAG pompé par une diode laser. La puissance émise est de 10 mW environ à la longueur d'onde de 1064 nm. Le faisceau dudit laser est focalisé sur la surface à mesurer avec une lentille convergente de 4 cm de focale et ladite surface de mesure se trouve dans un plan voisin du plan focal de la lentille à 0,5 cm près. Un cube

20 séparateur est placé entre la source laser et la lentille de focalisation et renvoie une partie du faisceau émis sur une photodiode InGaAs amplifiée. Les signaux produits sont filtrés par un filtre passe-bas, de fréquence de coupure comprise entre 1 kHz et 100 kHz, afin d'éliminer les perturbations haute-fréquence de la puissance laser, et enregistrés sur un oscilloscope numérique.

25 La figure 3a montre un enregistrement du signal produit dans le cas d'une cible se déplaçant à vitesse constante. Dans le cas particulier de cette démonstration, ladite cible est constituée d'une céramique piézo-électrique recouverte d'un dépôt métallique, ce qui confère à la surface de la cible des propriétés optiques diffusantes.

30 La puissance de sortie présente une modulation de 3 % environ par rapport à la puissance moyenne du laser. La figure 3a montre que ces variations sont sensiblement sinusoïdales en fonction de la position de la cible. Entre deux maxima (ou entre deux minima), la cible s'est déplacée de $\lambda/2$, où λ est la longueur d'onde de la source laser qui est de 1064 nm dans le cas du microlaser

35 utilisé dans la présente réalisation particulière.

A partir d'un enregistrement comme celui de la figure 3a, on déduit la valeur du déplacement entre deux instants t_1 et t_2 , en comptant le nombre de maxima et de minima décrits par le signal entre t_1 et t_2 , et en déterminant la valeur de la phase résiduelle par l'inversion d'une fonction sinus. Ainsi, il est
5 aisé de constater que le déplacement de la cible sur l'étendue de la figure 3a est de $2,8 \mu\text{m}$, ce qui, étant donné le temps mis pour effectuer ce déplacement, permet de déterminer une vitesse de déplacement de $0,14 \mu\text{m/s}$.

La détermination des positions de la surface 10 peut également se faire selon d'autres manières, suivant les caractéristiques attendues du déplacement.

10 Selon une deuxième manière, dans le cas où les déplacements de la surface 10 sont faibles par rapport à la longueur d'onde du faisceau laser 8, on ajuste le trajet optique entre la source laser 1 et la surface 10 pour que, dans le repère choisi, la quantité $\sin(4\pi x/\lambda + \varphi)$ reste petite devant l'unité. Une première manière est de réaliser cet ajustement à l'aide d'un modulateur de
15 phase intercalé entre la source laser et la surface cible. Une autre manière est de déplacer la source laser par rapport à la surface cible à l'aide d'un actionneur piézo-électrique. Cette dernière manière est particulièrement avantageuse dans le cas où la source laser est une puce microlaser. Dans ce cas, l'ajustement du trajet optique aller-retour entre la source laser et la cible peut être réalisé en
20 déplaçant uniquement la puce microlaser par rapport à la cible, les autres éléments du dispositif restant fixes. On tire ainsi avantage des petites dimensions de l'émetteur laser, pour réaliser un dispositif qui reste compact.

Lorsque ledit ajustement est réalisé, les variations de la grandeur de mesure 15 sont sensiblement proportionnelles aux variations de la position de la surface 10, le long de l'axe du faisceau laser 8. Cette deuxième manière est
25 illustrée par l'enregistrement de la figure 3b. Dans le cas dudit enregistrement, la cible est une membrane d'un transducteur piézo-électrique. Cette membrane est recouverte d'un dépôt métallique non-réfléchissant. L'enregistrement de la figure 3b permet de déduire la fréquence des mouvements ($3,8 \text{ kHz}$), ainsi que leur
30 amplitude (50 nm) après calibration du dispositif.

Enfin, selon une dernière manière, et dans le cas où les caractéristiques attendues du déplacement au cours du temps de la surface 10 s'y prêtent, la grandeur de mesure 15 peut être numérisée à l'aide de l'unité 14 et traitée par un
35 algorithme adéquat dans le but de déterminer la valeur vraie de la phase ($4\pi x/\lambda + \varphi$) à partir des valeurs numérisées du sinus de ladite phase obtenues à

partir de la grandeur de mesure 15. Cette valeur vraie de la phase donne directement la position de la cible en fonction du temps, la longueur d'onde λ de la source laser étant connue. Cette dernière manière est illustrée par l'enregistrement de la figure 3c, où la cible est une membrane d'un transducteur

5 piézo-électrique excitée par une tension sinusoïdale. Cette figure montre simultanément l'enregistrement du signal fourni par le détecteur et une fonction recalculée, en supposant un mouvement sinusoïdal de la cible.

Dans ce cas, et en ne considérant que les variations par rapport à la valeur moyenne, ladite fonction recalculée possède la forme :

10
$$i(t) = i_0 \sin(4\pi/\lambda x_0 \sin(2\pi f t + \theta) + \phi)$$

où:

- f est la fréquence des oscillations de la cible,
- x_0 est l'amplitude des oscillations de la cible,
- θ est une phase définissant l'origine des temps,
- 15 - i_0 correspond à la profondeur de modulation, et
- ϕ est une phase qui dépend de la distance moyenne entre la cible et la source laser.

La détermination des paramètres se fait par une régression non-linéaire itérative, en utilisant des méthodes numériques comme celle de Marquardt ou la

20 méthode du simplex qui permettent de minimiser l'écart entre la fonction mesurée et la fonction recalculée. Dans le cas particulier de la figure 3c, on trouve une fréquence f de 507 Hz et une amplitude x_0 de 0,74 μm .

La figure 4 représente un mode de réalisation particulier de l'invention, à titre d'exemple, et qui est décrit ci-après.

25 Dans ce mode de réalisation, la source laser 60 est une puce microlaser pompée par une diode laser 64. D'autres sources de pompage optique peuvent être envisagées. A titre d'exemple non limitatif, on peut envisager le pompage avec un deuxième laser dont la longueur d'onde d'émission est adaptée au spectre d'absorption du matériau laser 61.

30 Dans ce mode de réalisation, la source laser 60 comprend une cavité monolithique formée par un matériau laser 61 sur les faces duquel sont déposés des miroirs diélectriques 62 et 63, de façon à former une cavité résonante. De cette manière, il est possible de réaliser des cavités de très petite taille dont la longueur totale est inférieure ou avoisine le millimètre. Il est également possible

35 de fabriquer plusieurs centaines de cavités laser par un procédé de fabrication

collectif à partir d'une même tranche de matériau laser, de sorte qu'un coût de fabrication réduit peut être obtenu. Un matériau laser préférentiel pour la réalisation de la cavité du laser 60 est le Nd:YAG. D'autres matériaux laser peuvent être employés pour réaliser la cavité laser, comme Nd:YLF, Nd:LMA, Er:verre, Yb:verre, Er:YAG, Tm:YSO, Tm:SYS, sans que cette liste soit limitative.

La puce microlaser peut éventuellement être montée sur un régulateur thermique, comme un élément à effet Peltier, afin de stabiliser précisément la longueur de la cavité et, de ce fait, la longueur d'onde d'émission laser.

10 Le faisceau de pompe provenant de la diode laser 64 est focalisé à l'intérieur du matériau laser, préférentiellement à l'aide d'une lentille cylindrique à gradient d'indice 65. La diode laser de pompe 64 est stabilisée en température par un moyen de régulation thermique comprenant un circuit électronique de contrôle 74, une sonde de température 76 et un refroidisseur 66.

15 Le dispositif comprend également une lame séparatrice 68 placée selon une direction sensiblement inclinée par rapport au plan perpendiculaire au faisceau laser 67, de façon à ce que la réflexion du rayonnement laser 67 sur la lame soit dirigée sur la surface photosensible du détecteur 69. Dans ce mode de réalisation le détecteur 69 est avantageusement constitué d'une photodiode. Sa surface sensible est recouverte d'un filtre optique, transparent à la longueur d'onde d'émission du laser 60 mais opaque à la longueur d'onde d'émission de la source de pompage 64, afin d'éviter de détecter les signaux parasites de la diode de pompe.

25 Le faisceau laser 67 est focalisé à l'aide d'une lentille convergente 77 sur la surface en mouvement 71, qui se situe selon un plan voisin du plan focal de la lentille 77.

Le signal de sortie de la photodiode 69 est transmis à une unité de numérisation et de traitement 75 comprenant un numériseur, un microcontrôleur, des moyens de mémorisation, un moyen de communication numérique vers un micro-ordinateur et un moyen d'affichage.

30 L'ensemble des éléments optiques décrits ci-dessus est maintenu par des moyens d'assemblage mécaniques 70, de façon à former une tête optique compacte pouvant être maintenue à proximité de la surface à analyser. Cette tête optique est reliée au boîtier de mesure 78 par une liaison électrique.

La figure 5 représente un autre mode de réalisation de l'invention, particulièrement avantageux pour réaliser des mesures dans des zones étroites.

Dans ce mode de réalisation, la puce microlaser 80 est couplée à la diode laser de pompe par l'intermédiaire d'une fibre optique 83.

5 La surface émissive de la diode de pompe 85 est couplée à une des extrémités de la fibre optique par un moyen de couplage 88, préférentiellement constitué d'une lentille. L'autre extrémité de la fibre optique est couplée directement à la cavité laser.

10 La cavité laser est constituée d'une puce microlaser comprenant un matériau laser sur les faces optiques duquel des miroirs diélectriques 82 et 83 sont déposés. Le miroir avant 82 qui est le plus éloigné de la source de pompe, transmet partiellement la longueur d'onde d'émission de la cavité laser et réfléchit en totalité la longueur d'onde de la source de pompe. Le miroir arrière 83 qui est le plus proche de la source de pompe, transmet en totalité la longueur
15 d'onde de la source de pompe et transmet partiellement, mais de manière plus modérée que le miroir 82, la longueur d'onde d'émission de la cavité laser. De cette façon, une faible quantité de l'émission laser est transmise par la fibre optique et atteint le photodétecteur situé à l'autre extrémité de la fibre optique, par l'intermédiaire d'un moyen de couplage optique. Ce moyen de couplage
20 comprend préférentiellement une lame séparatrice 87, une lentille de collimation 89 et un filtre optique 90. Ce filtre placé devant la surface sensible du photodétecteur 91 possède une faible densité optique à la longueur d'onde de l'émission laser et une forte densité optique à la longueur d'onde de la source de pompe et permet de filtrer le rayonnement de la source de pompe.

25 Le signal de sortie de la photodiode est transmis à des moyens électroniques 96 qui assurent les fonctions de numérisation et de traitement du signal de sortie du détecteur 91. Ces moyens électroniques 96 comprennent un numériseur, un microcontrôleur, des moyens de mémorisation, un moyen de communication numérique vers un micro-ordinateur 99 et un moyen d'affichage
30 98.

L'ensemble des éléments comprenant la source de pompage optique 85 et son moyen de couplage optique à la fibre optique 88, un moyen de régulation thermique 86 de ladite source de pompage, le photodétecteur 91 et son moyen de couplage optique à la fibre optique 89, les moyens électroniques 96 de
35 numérisation, de traitement et d'alimentation électrique sont regroupés dans un

même boîtier 97, ledit boîtier étant relié à la tête optique 93 comprenant la cavité microlaser 80, la lentille de focalisation 100, par l'intermédiaire de la fibre optique 83 entourée de sa gaine protectrice 84.

- Un avantage de cette configuration est de permettre la réalisation d'une tête
- 5 optique de très petite dimension. De cette façon, il est possible de réaliser des mesures à l'intérieur de zones difficilement accessibles aux autres instruments de mesure sans contact, dont la tête optique est plus volumineuse.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de mesure sans contact de la position d'une surface par voie optique comprenant une source laser (1) et un moyen de collimation du faisceau laser sur la surface cible, caractérisé en ce que ledit moyen de collimation est
5 disposé de telle sorte qu'une fraction de l'énergie du faisceau qui atteint la cible, soit réintroduite dans la cavité laser, et qu'il comporte des moyens de mesure de la puissance lumineuse du laser, ladite mesure de la puissance étant représentative de la position à mesurer.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de
10 collimation est constitué d'une lentille convergente placée de façon à fournir un faisceau émergeant approximativement parallèle.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de collimation est constitué d'une association de lentilles formant un système afocal.

15 4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen de collimation est un système optique convergent focalisant le faisceau laser (1) sur la cible.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la source laser (1) est constituée d'une puce microlaser (60, 80)
20 pompée à l'aide d'un moyen optique de pompage (64, 85), ladite puce microlaser étant constituée d'un matériau à gain sur les faces duquel des miroirs (3, 4) formant la cavité laser sont directement déposés.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la source laser (1) comporte une source de pompe (6) excitant un
25 matériau laser (5) placé dans une cavité (3, 4) formée d'un miroir avant et d'un miroir arrière, une lame séparatrice dichroïque (21) étant placée entre la source de pompe (6) et le miroir arrière (4) de la cavité laser, ledit miroir arrière (4) ayant un faible coefficient de transmission à la longueur d'onde du laser, et renvoyant le faisceau émis par l'arrière de la cavité (3, 4) sur un photodétecteur
30 (13).

7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que la puce microlaser est pompée par l'intermédiaire d'une fibre optique (83), et en ce que la mesure de la puissance émise est réalisée par l'intermédiaire de ladite fibre optique.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte une lame séparatrice (11) placée entre la source laser et la surface cible et renvoyant une partie du faisceau laser émis sur un photodétecteur (13).

5

1/5

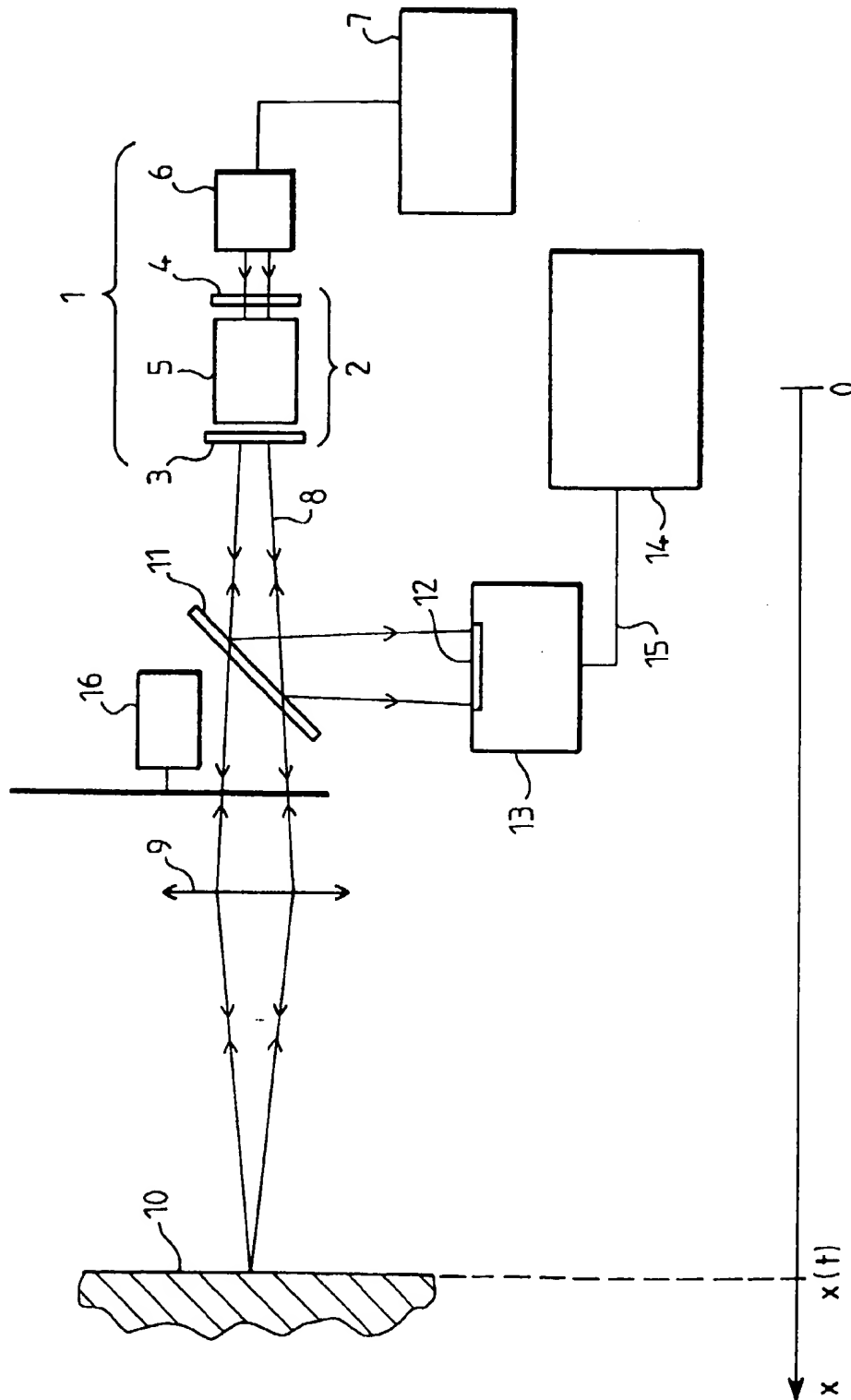


FIG.1

2/5

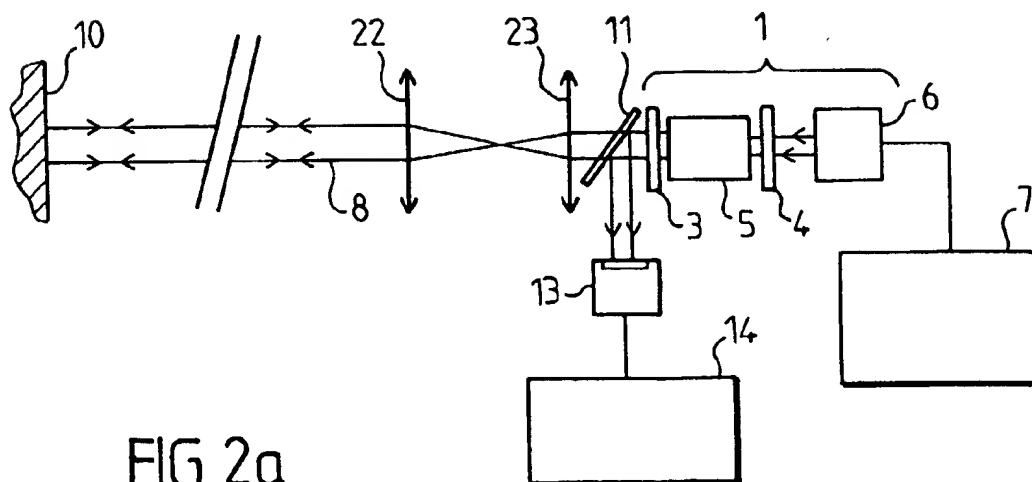


FIG. 2a

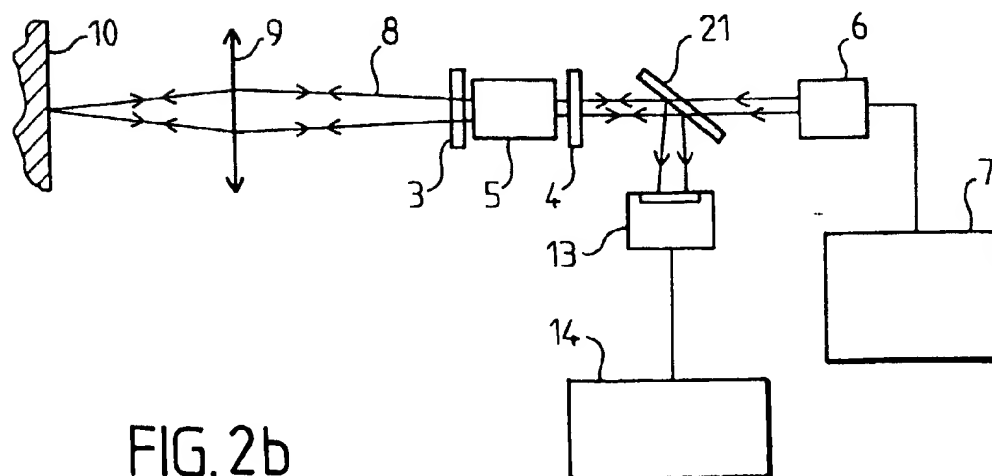


FIG. 2b

3/5

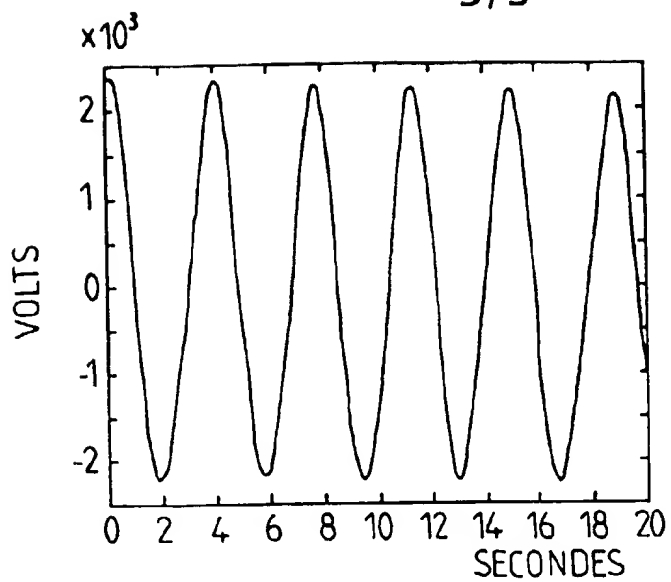


FIG. 3a

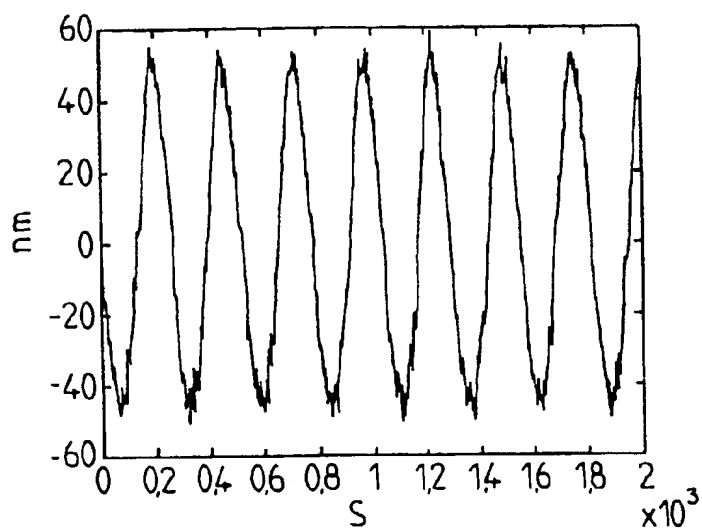


FIG. 3b

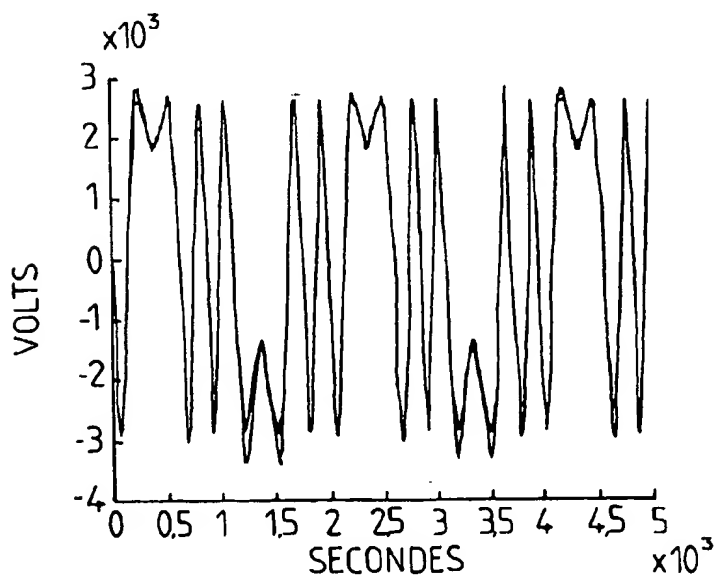
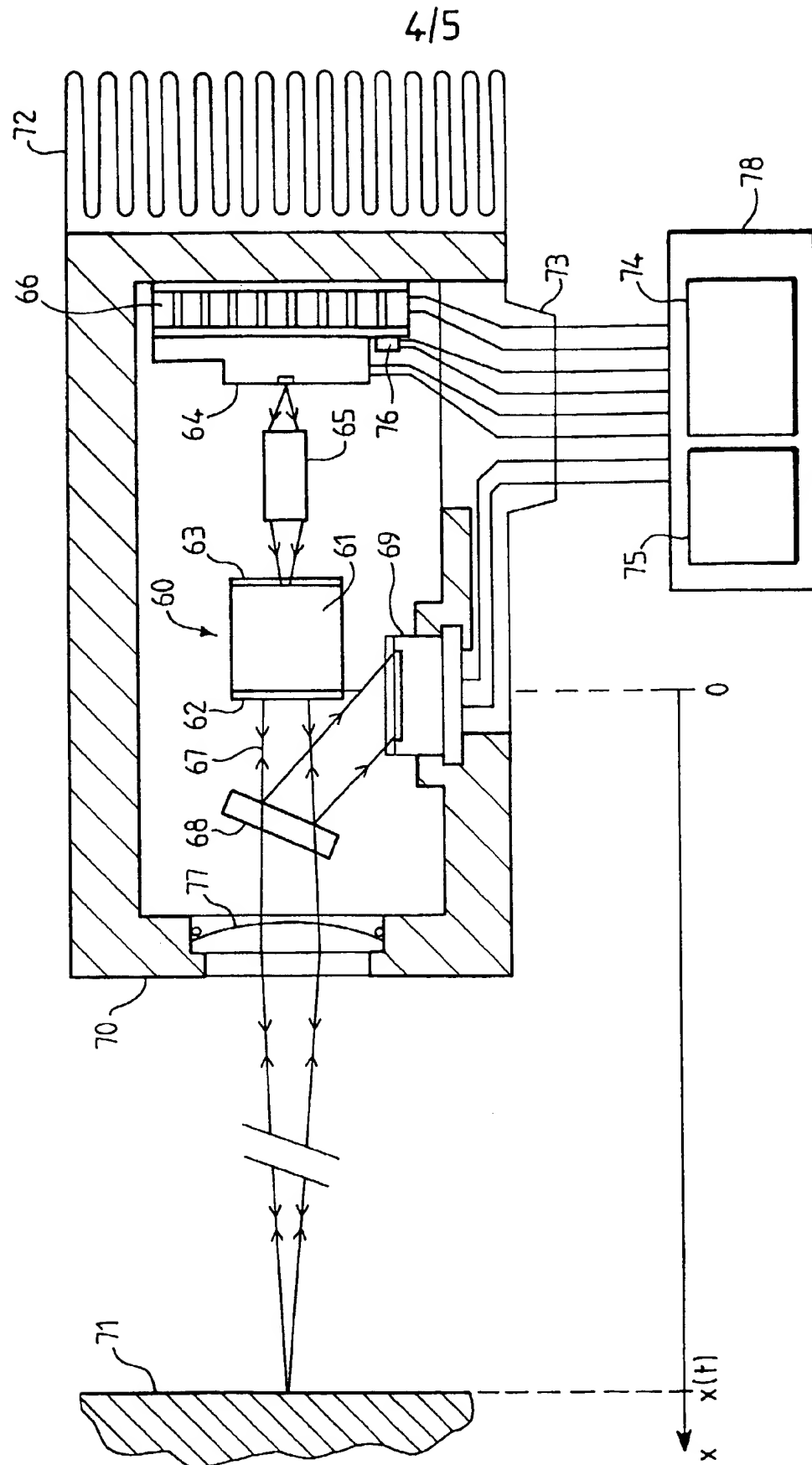


FIG. 3c



5/5

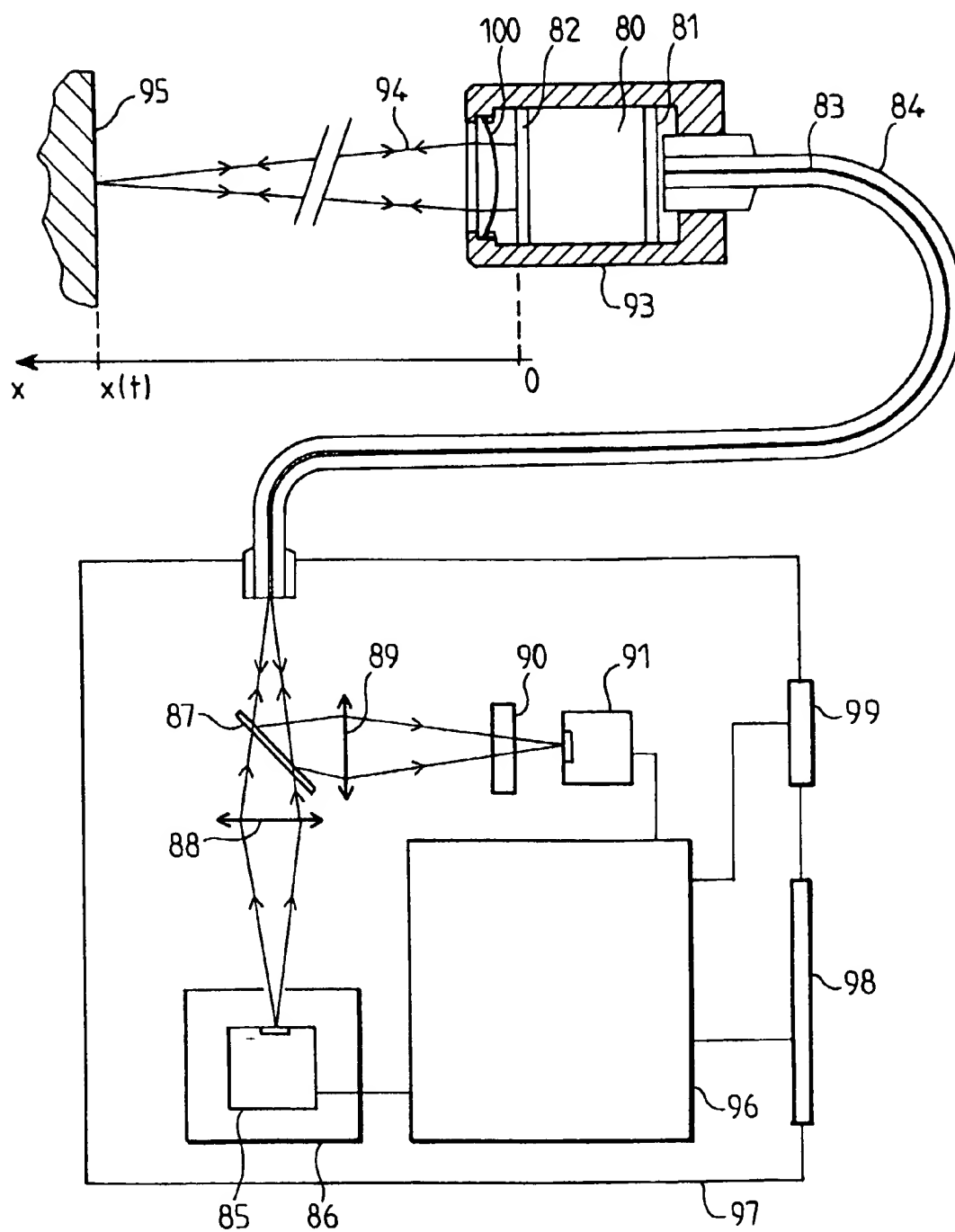


FIG. 5

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2772910

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 551628
FR 9716270

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DONATI S ET AL: "LASER DIODE FEEDBACK INTERFEROMETER FOR MEASUREMENT OF DISPLACEMENTWITHOUT AMBIGUITY" IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, vol. 31, no. 1, 1 janvier 1995, pages 113-119, XP000487610 * le document en entier *	1
A	US 5 594 543 A (DE GROOT PETER ET AL) 14 janvier 1997 * le document en entier *	1-3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
27 août 1998		Zaccà, F
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)